



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06014561 A**(43) Date of publication of application: **21.01.94**

(51) Int. Cl. **H02M 7/48**
H02H 7/122

(21) Application number: **04161380**(71) Applicant: **TOYO ELECTRIC MFG CO LTD**(22) Date of filing: **19.06.92**(72) Inventor: **MIHASHI TAKESHI**

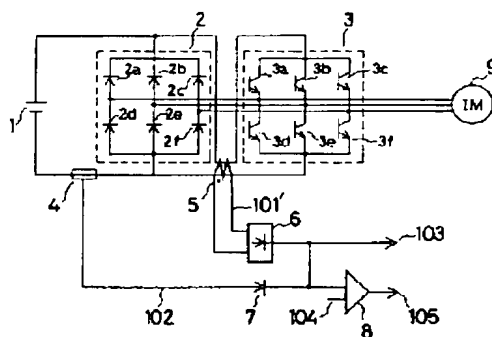
(54) **CURRENT DETECTING METHOD FOR
 VOLTAGE TYPE INVERTER UNIT**

(57) Abstract:

PURPOSE: To detect overcurrents in all conduction modes, including short circuit mode, for a voltage type inverter unit by means of minimum number of current detectors.

CONSTITUTION: Both plus and minus DC lines between a diode bridge circuit 2 and a switching element bridge circuit 3 in an inverter unit penetrate through a first current detector 5, and a second current detector 4 detects currents flowing through the DC input side of the bridge circuits 2, 3. Current can be detected through the current detector 4 under drive mode where current flows from a DC power supply 1 to a load or regenerative mode where current flows from the load to the DC power supply 1 side, whereas current can be detected through the current detector 5 under circulation mode where energy stored in the load circulates through a diode and a switching element or ground fault mode where ground fault occurs on one phase of the load.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許出願公告番号

特公平6-14561

(24) (44)公告日 平成6年(1994)2月23日

(51)Int.Cl. ⁵ H 0 1 L 31/108	識別記号 8422-4M	庁内整理番号 F I H 0 1 L 31/ 10	技術表示箇所 C
--	-----------------	---------------------------------	-------------

発明の数 2 (全 5 頁)

(21)出願番号	特願昭60-225938	(71)出願人	999999999 ハネウエル・インコーポレーテッド アメリカ合衆国 ミネソタ州 ミネアポリ ス ハネウエル・プラザ (無番地)
(22)出願日	昭和60年(1985)10月9日	(72)発明者	エム・アズイフ・カーン アメリカ合衆国 55337 ミネソタ州 パ ーンスビル ポートランド ミュース 623
(65)公開番号	特開昭61-91977	(72)発明者	リチャード・ジー・シュルツ アメリカ合衆国 55343 ミネソタ州 ホ ブキンス ウォータマン アベニュー 6312
(43)公開日	昭和61年(1986)5月10日	(74)代理人	弁理士 山川 政樹 (外3名)
(31)優先権主張番号	6 5 8 9 6 1	審査官	近藤 幸浩
(32)優先日	1984年10月9日		
(33)優先権主張国	米国 (U S)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体紫外線検出器とその製造方法

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 MOCVD (metal organic chemical vapor deposition) 法によつて固体紫外線検出器を製造する方法であつて、
基底平面をもつたサファイア (Al_2O_3) 基板をMOCVD反応器の成長室に装入し、
上記反応器の成長室を約 $1000^{\circ}C$ に加熱し、
 NH_3 および金属有機化合物を含んだAlを上記加熱された成長室に導入して、 Al_2O_3 基板上に厚さ $0.5\mu m$ 程度のAlNバツファ層を成長させ、
更に、 NH_3 および金属有機化合物を含むAlとともに、金属有機化合物を含むGaを上記AlNバツファ層上に所望のX値をもつ $Al_xGa_{1-x}N$ 層を成長させるに十分な時間、
上記加熱された成長室に導入し、
上記 $Al_xGa_{1-x}N$ 層上に光検出構造を組立てる、ステップ

2

からなることを特徴とする固体紫外線検出器の製造方法。

【請求項2】 上記金属有機化合物を含むAlは $(CH_3)_3Al$ である第(1)項記載の製造方法。

【請求項3】 上記金属有機化合物を含むAlは $(C_2H_5)_3Al$ である第(1)項記載の製造方法。

【請求項4】 上記金属有機化合物を含むGaは $(C_2H_5)_3Ga$ である第(1)項記載の製造方法。

10 【請求項5】 上記光検出構造は、Au-TiW-Auシヨツトキー障壁である第(1)項記載の製造方法。

【請求項6】 上記光検出構造は、光電導体である第(1)項記載の製造方法。

【請求項7】 基底平面をもつサファイア (Al_2O_3) 基板と、
上記基板の表面上に成長されたエピタキシャル単結晶Al



N層と、
上記AlN層上に成長されたエピタキシャル単結晶Al_xGa_{1-x}N層と、
上記Al_xGa_{1-x}N層の表面に組み立てられた光検出構造と、
からなることを特徴とする固体紫外線検出器。

【請求項8】上記AlN層は、厚さ0.5 μm程度である第(7)項記載の紫外線検出器。

【請求項9】上記Al_xGa_{1-x}N層は、厚さは2 μm程度である第(7)項記載の紫外線検出器。

【請求項10】上記光検出構造は、ショットキー障壁である第(7)項記載の紫外線検出器。

【請求項11】上記ショットキー障壁は、Au、TiWおよびAuの層からなる第(10)項記載の紫外線検出器。

【請求項12】上記光検出構造は、光電導体である第(7)項記載の紫外線検出器。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は炎検知などへの応用のために長波長カットオフを220～3160 nmに設定し得る半導体紫外線検出器（以下UV検出器と称する）およびそれを製造するMOCVDプロセスに関する。該検出器はAlGa_xN材料系に基づく。

〔従来の技術〕

従来技術においては、紫外線を検出する光電陰極および光電子増倍管が知られている。光電子増倍管は、高価かつ大型であり、破損し易く、しかも高電圧が必要である。更に、これらの検出器の長波長カットオフは調整できず、300 nmより長い波長に応答する。300 nm以上の波長を除去するためにフィルタを用いることができるが、更に大型になり、より高価になる。

本発明の固体AlGa_xN検出器は、小型、高信頼性、低価格であり、紫外線に対し鋭いカットオフ波長を有するので、光電子増倍管の理想的な代替品となる。

従来技術においてAl_xGa_{1-x}PのUV検出器は文献に記載されている。これらの記事の2件は同一の著者エイ・アール・アンノエバ(A. R. Annoeva)氏らによる“可変ギャップGa_{1-x}Al_xP表面障壁構造における光電高価(Photoelectric Effect in Variablq-Gap Ga_{1-x}Al_xP Surface-Barrier Structures)” Sov. Phys. Semicond. 15(1) Jan. 1981, P 64～66および“可変ギャップGa_{1-x}Al_xPx (Xs=0.5+0.1)表面障壁構造に基づく紫外線検出器Ultra-violet Photodetector Based on a Variable-Gap Ga_{1-x}Al_xPx(Xs=0.5+0.1)Surface-Barrier Structure”, Sov. Phys. Semicond. 15(6) June 1981, P 646～7である。

従来技術のAlGaPデバイスは液相成長(LPE)によつて成長される。1981年2月付けの第3の記事は、ドナルド・エル・スミス(Donald L. Smith)およびリチャード・エツチ・ブルース(Richard H. Bruce)による“電気光学素

(2)



特公平6-14561

4

子応用のためのAlGa_xN薄膜の成長(Growth of Alminum Gallium Nitride Films for Electro-optic Device Applications)”で、米国海軍研究所への報告である。従来技術においてカーン(Khan)氏らによる記事“低圧MOCVD法によるAl_xGa_{1-x}Nエピタキシャル単結晶薄膜のイオン注入の性質

(Properties of Ion Implantation of AlGa_xN Epitaxial Single Crystal Films Prepared by Low Pressure Metal Organic Chemical Vapor Deposition)” Appl. Phys. Letters, Sept. 1983は、スペクトルの紫外線領域の光デバイスとして使用するためにサファイア基板の上にAl_xGa_{1-x}Nを成長させた1方法を教示している。

〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明は、高温耐火物背景あるいは太陽放射に対して紫外光を検出する問題を解決する紫外線用AlGa_xN検出器を成長させる改良された方法を提供する。本発明の検出器は、高温耐火物背景をもつ炉中の炎の紫外光を検出する、すなわち高温炉内部から放射される他の波長の光でなく、紫外線のみに応答することができる。

20 〔問題点を解決するための手段〕

この紫外線検出器は、AlGa_xN材料系への入射光のバンド間吸収に基づく。半導体の固有吸収カットオフがフィルターとして作用するので、この検出器は、フィルターを追加することを必要としない。

その方法は、最初にサファイア基板の上にAlN層を成長させ、次いで光検出構造がその上に組立てられるAlGa_xN層を成長させることを含む。

〔実施例〕

本発明は、固体Al_xGa_{1-x}N紫外線検出器およびその製造方法に関する。

30 鋭い波長カットオフ特性を持たせるために、アクティブレーザー物質は、直接固有バンド間吸収が急峻である単結晶半導体が選ばれる。Al_xGa_{1-x}N系は、好ましい選択である。というのは、それはエネルギーの紫外線領域に広いバンドギャップをもち、しかもアルミニウムとガリウムの比率を変えることによつてそのスペクトル応答を応用に適合させることができるからである。このようにして、3.5 eV(350nm)と4.64eV(267 nm)の間にピーク感度をもつ検出器を製造するのに必要な成分範囲にMOCVDによつてAlGa_xNが成長させられた。

40 このMOCVDプロセスは、(ハイドライドトランスポートCVD方と異り)アルミニウム-ガリウム合金系の成長によく採用されている。何故ならば、アルミニウムとガリウムの比率は、容易に制御可能であるからである。

吸収された光子を電気的に検出するためには、つくられた電子と正孔が再結合する前に、それらを分離しなければならない。それは、ショットキー障壁あるいは光電導方法によつて与えられる電界内のドリフトによつて具合よく達成される。ショットキー障壁金属-半導体結合は、AlGa_xN半導体の空乏領域をつくる。光により空乏領

50



域に発生した電子と正孔は、必要に応じてバイアスを加えて強化される固有の電界によつて分離される。

AlGaIn材料の不純物濃度が高い ($\sim 10^{18} \text{cm}^{-3}$) n型であると、空乏層は、非常に狭く、ショットキー障壁を通り抜けて半導体に達する電子は、良好なショットキー障壁接触の代りに漏洩電流すなわち抵抗性接触 (ohmic contact) になるであろう。

不純物濃度が余り低いと、すなわちフェルミ準位が伝導帯より数KT以上低いと、バルク材料の電気抵抗は極めて高くなるであろう。

AlGaIn系で、良好なショットキー障壁を形成するには、浅い部分の正味不純物納度は 10^{16}cm^{-3} 程度が要求される。

第1図は、基底面をもつたサファイア (Al_2O_3) 基板 11 をもつ太陽光を感知しない固体紫外線検出器 10 を示す。

デバイスの用意には、基板をMOCVD (metal-organic Chemical vapor deposition) 反応器に入れ、高周波誘導などで 1000°C に加熱する。次に NH_3 および $(\text{CH}_3)_3\text{Al}$ あるいは $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Al}$ を成長室に導入し、エピタキシャル成長を約10分間継続し、基板の表面 13 上に厚さ約 $0.5 \mu\text{m}$ の単結晶のAlN層 12 を得る。AlNのバツプア層 12 は、次いでその上に成長させるエピタキシャル $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ の電子移動度を極めて高くする。次に $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Ga}$ も、成長室に導入し、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ のエピタキシャル成長を約2時間行う。この結果、厚さ約 $2 \mu\text{m}$ の単結晶 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層 14 が得られる。選択されるXの値は数種のガスのガス流量を調節することによって希望する値に制御することができる。 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 成長の間の温度は 1000°C から下げられ、選択されるXの値によって選ばれる。1実施例では、我々は、カットオフ波長が 290nm になるX値、すなわち約0.35をもつ活性 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層を成長させた。その $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層は、 $\text{Nd} \approx 5 \times 10^{16} / \text{cc}$ でn型である。

金属ショットキー障壁 15 は、AlGaIn層の上に組立てられる。ショットキー障壁 15 の組立ておよび $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層 14 の表面 17 上にショットキー障壁 15 と抵抗性接触 16 を組立てるために、表面 17 は、接触部 16 を形成するためにマスクされ、金または他の適当な金属の厚さ 3000\AA の層が最初に、接触部 16 のために形成され、次いで流動する NH_3 の下で 700°C で約5分間焼鈍される。

表面 17 は再びフォトリソグレイでマスクされ、ショットキー障壁の位置を形成する。次いで、障壁 15 のために、例えば高周波スパッタリング装置を用いて、表面 1 *

(3)



特公平6-14561

6

* 7 上に $\text{Au}/\text{TiW}/\text{Au}$ ($100 \text{\AA}/1000 \text{\AA}/5000 \text{\AA}$) が形成される。この特定のショットキー金属被覆において、TiW は、金の 5000\AA 層の拡散障壁として作用する。

ショットキー障壁 15 と抵抗性接触部 16 の間に、導線 18, 19、バツテリなどの直流電源 20 および得られる光電流測定用の電流計 21 の直列回路が付加される。

【動作】

動作としては、ショットキー障壁は、逆バイアス (例えば $2 \sim 3 \text{V}$) に保たれ、外部回路には漏洩電流のみが流れる。光子 (炎からの紫外線) が、透明の Al_2O_3 基板

(代表的厚さ 1mm) を通つて、ショットキー障壁下の空乏領域に入つて来ると、電子-正孔の対がつくられる。すなわち、エネルギー $E > E_g$ (E_g は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ のバンド間エネルギーである) をもつた紫外線光子が活性層に入射されると、電子-正孔の対がつくられ、電界によつて引張られ、信号電流が外部回路で検出される。信号電流は、紫外線光子が活性層で吸収されたときにのみ発生し、したがつてデバイスは、活性 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層のバンドギャップによつて決定される波長で非常に急峻に導通する応答を示す。

実施例の装置では動作のために負バイアスをかけたものとして説明したが、紫外線以下を除いて信号零が可能であるように、フェールセーフにするゼロバイアス光電圧モードで動作させることもできる。

電子-正孔対したがつて信号電流は、入射光の波長が g 以下の場合にのみ発生する。

ここに、 $g = hc/E_g$ 、 h はプランク定数、 C は光速、 E_g は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ のバンドギャップである。

他の種類の光検出器の構造、光電導もまた用いることができる。この場合、金属接触部 15, 16 の両方とも抵抗性接触であり、電界バイアス源が必要とされる。

【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明の方法により製造された紫外線検出器の略図である。

10 …… 固体紫外線検出器

11 …… サファイア基板

12 …… AlNバツプア層

13 …… 基板の表面

14 …… $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層

40 15 …… 金属ショットキー障壁

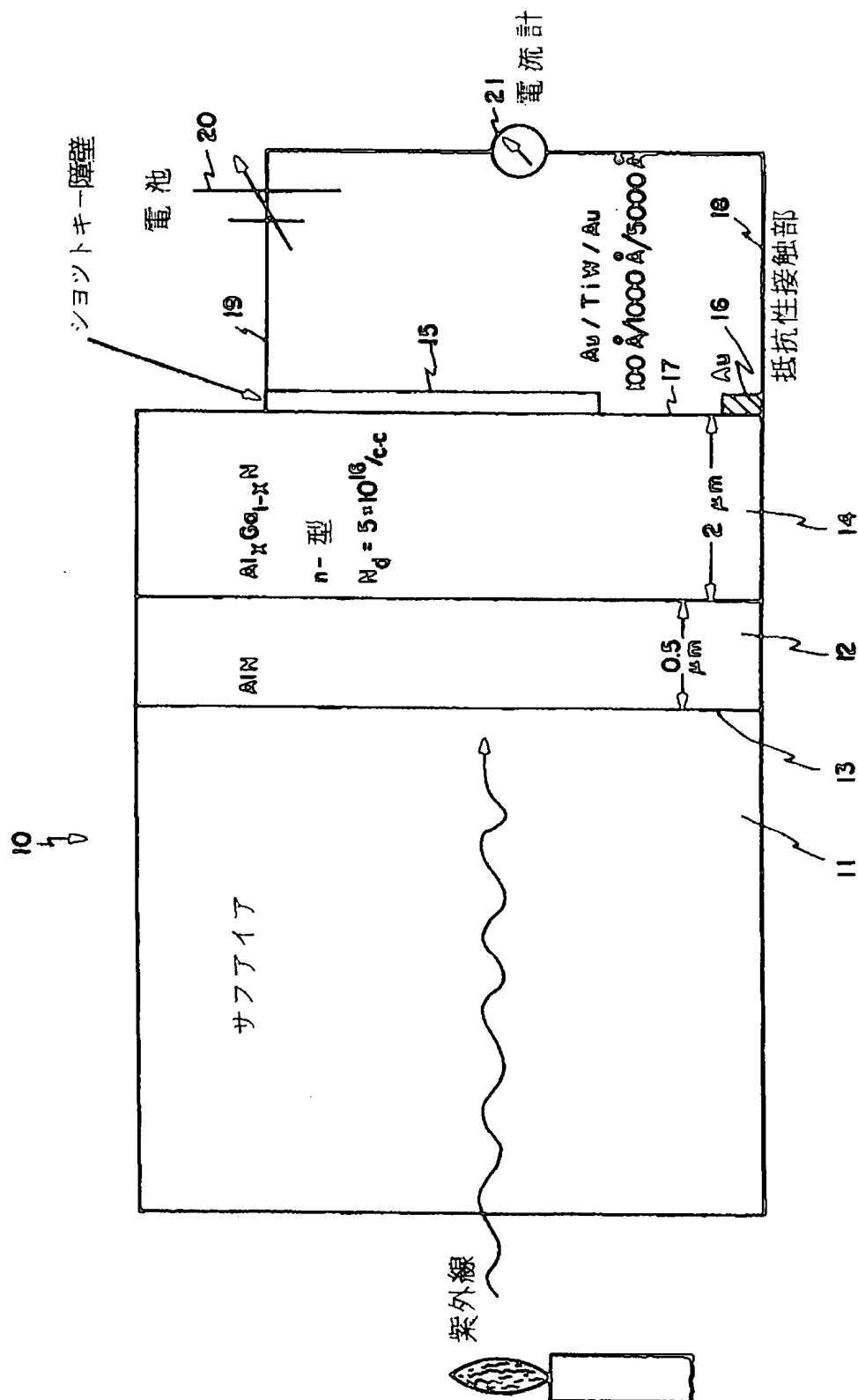
16 …… 抵抗性接触部

18, 19 …… 導線

20 …… 電池

21 …… 電流計

【第1図】



フロントページの続き

(72)発明者 リチャード・エイ・スコツグマン
アメリカ合衆国 55447 ミネソタ州 プ
リマス 13番 アベニュー ノース
17110